

### Wertdokument

Die Erfindung betrifft ein Wertdokument, insbesondere eine Banknote, mit  
5 einem Wertdokumentsubstrat und unterschiedlichen Merkmalsstoffen zur  
Prüfung des Wertdokuments.

Aus der Druckschrift WO 97/39428 ist ein Wertdokument bekannt, dessen  
Substrat in einem Bereich verschiedene maschinell authentisierbare Echt-  
10 heitsmerkmale für unterschiedliche Sicherheitsstufen aufweist. Das Wertdo-  
kument enthält ein maschinell authentisierbares Niedrigsicherheitsmerkmal,  
das aus einem einzigen Material gebildet ist. Bei einer Abfrage liefert das  
Niedrigsicherheitsmerkmal eine Ja/Nein-Antwort, die die Anwesenheit oder  
Abwesenheit der abgefragten Eigenschaft anzeigt. Das Niedrigsicherheits-  
15 merkmal wird zur Echtheitsprüfung in Anwendungsfällen benutzt, in denen  
ein einfacher Detektor eingesetzt wird, etwa in Einzelhandelsverkaufsstellen.

Ein weiteres, ebenfalls maschinell authentisierbares Hochsicherheitsmerkmal  
besitzt schwierig nachzuweisende Eigenschaften und ermöglicht eine tiefer  
20 gehende Abfrage des Wertdokuments, sowie eine Authentisierung auf einem  
sehr viel höheren Niveau. Die Prüfung des Hochsicherheitsmerkmals ist  
aufwändig und erfolgt beispielsweise in Zentralbanken. Bei diesem Hochsi-  
cherheitsmerkmal handelt es sich um eine homogene Mischung zweier Stoffe  
mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften, wie die Anregungswel-  
25 lenlänge für eine Lumineszenzemission oder Koerzitivität etc.

Das aus der WO 97/39428 bekannte System besitzt jedoch den Nachteil, dass  
es zwar eine aufwändige Echtheitsprüfung der Wertdokumente ermöglicht,  
aber keine Aussage über die Art oder den Wert des jeweiligen Wertdoku-  
30 ments zulässt. Für eine maschinelle Bearbeitung von Wertdokumenten, ins-  
besondere Banknoten, ist es jedoch wünschenswert, auch die Art des Doku-

ments, wie z. B. die Währung oder die Denomination einer bekannten Währung maschinell zu erfassen.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Wertdokument vorzuschlagen, das neben einer erhöhten Fälschungssicherheit zugleich eine Möglichkeit der Werterkennung beinhaltet.

Unter Werterkennung wird dabei im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Auswertung einer codiert vorliegenden Information für einen bestimmten Nutzerkreis verstanden. Die codierte Information kann bei einer Banknote beispielsweise die Denomination, die Währung, die Serie, das Ausgabebestand oder andere Ausstattungsmerkmale der Banknote darstellen.

Die gestellte Aufgabe wird durch das Wertdokument mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Herstellungsverfahren für solche Wertdokumente sowie zwei Verfahren zur Prüfung oder Bearbeitung derartiger Wertdokumente sind Gegenstand der nebengeordneten Ansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Wertdokument weist einen ersten Merkmalsstoff auf, der in das Volumen des Substrats des Wertdokuments eingebracht ist, und einen zweiten und dritten Merkmalsstoff, die in einer Druckfarbe gemeinsam und in Form einer Codierung auf das Wertdokumentsubstrat aufgebracht sind. Dabei ist der zweite Merkmalsstoff durch einen Lumineszenzstoff und der dritte Merkmalsstoff durch ein in einem speziellen Spektralbereich absorbierendes Material gebildet. Wie nachfolgend im Detail erläutert, wird durch diese Kombination ein komplexes Merkmalssystem geschaffen, das für einen Fälscher sehr schwer nachstellbar ist. Das Merkmalssystem erlaubt es Nutzern aus unterschiedlichen Nutzerkreisen jeweils sowohl eine Echt-

heitsprüfung als auch eine Werterkennung an dem Dokument durchzuführen. Dabei sind die von den verschiedenen Nutzerkreisen verwendeten Merkmalsstoffe bzw. ihre charakteristischen Eigenschaften vollständig voneinander getrennt.

5

Beispielsweise können Nutzer eines Nutzerkreises eine charakteristische Eigenschaft des ersten Merkmalsstoffs zur Echtheitsprüfung und das in codierter Form aufgebrachte absorbierende Material zur Werterkennung heranziehen. Nutzer eines anderen Nutzerkreises können eine charakteristische  
10 Eigenschaft, insbesondere die Lumineszenz, des zweiten Merkmalsstoffs für die Echtheitsprüfung verwenden und die durch den Lumineszenzstoff gebildete Codierung zur Werterkennung einsetzen. Dadurch können Nutzer aus beiden Nutzerkreisen neben einer Echtheitsprüfung ohne großen Zusatzaufwand auch eine Werterkennung an dem Dokument vornehmen. Die  
15 genaue Durchführung der Echtheitsprüfung und der Werterkennung wird weiter unten ausführlich beschrieben.

Bei diesen Nutzerkreisen kann es sich um Zentralbanken, Geschäftsbanken, beliebige Handelsunternehmen, wie Nahverkehrsbetriebe, Warenhäuser  
20 oder Verkaufsautomatenbetreiber etc., handeln.

Die Analyse des gesamten Merkmalsystems ist außerordentlich schwierig und aufwändig, da für Dritte nicht erkennbar ist, welche Stoffe und insbesondere welche Stoffeigenschaften für die Prüfung durch die unterschiedli-  
25 chen Nutzergruppen verwendet werden. Selbst die Kenntnis der Vorgehensweise einer Nutzergruppe offenbart noch nicht die Stoffe und Methoden, die bei der oder den anderen Nutzergruppen für die Echtheitsprüfung und Werterkennung eingesetzt werden.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der erste Merkmalsstoff im Volumen des Werdokumentsubstrats im Wesentlichen gleichmäßig verteilt, so dass hinreichend große Volumenelemente gleicher Größe jeweils im Wesentlichen dieselbe Menge des ersten Merkmalsstoffs enthalten. Die Verteilung des ersten Merkmalsstoffs kann dabei regelmäßig sein, und beispielsweise in einem vorgegebenen Muster erfolgen. Bevorzugt ist der erste Merkmalsstoff jedoch mit einer Zufallsverteilung in das Substratvolumen eingebracht.

- 10 Der Markierungsstoff kann auch in den oberflächennahen Volumenbereich des Papiersubstrats eingebracht werden. Hierfür eignen sich beispielsweise die in den Druckschriften EP-A-0 659 935 und DE 101 20 818 beschriebenen Verfahren, bei denen die Partikel des ersten Markierungsstoffs einem Gasstrom oder einem Flüssigkeitsstrom beigemischt und in eine nasse Papierbahn eingebracht werden. Die Offenbarungen der genannten Druckschriften werden insoweit in die vorliegende Anmeldung einbezogen.

Als dritter Merkmalsstoff wird vorzugsweise ein im infraroten Spektralbereich absorbierender Merkmalsstoff gewählt. Unter „infraroter Spektralbereich“ wird erfindungsgemäß der Wellenlängenbereich ab 750 nm und größer, vorzugsweise 800 nm und größer verstanden. Insbesondere ist der dritte Merkmalsstoff bevorzugt im sichtbaren Spektralbereich im Wesentlichen farblos oder besitzt nur eine schwache Eigenfarbe. Der dritte Merkmalsstoff ist dann unter gewöhnlichen Beleuchtungsbedingungen nicht erkennbar oder erscheint nur wenig auffällig. Darüber hinaus liefert der Infrarot absorbierende Merkmalsstoff, anders als ein lumineszierender Stoff, kein aktives Signal, das eine Analyse des verwendeten Stoffes erleichtern würde.

Vorteilhaft weist der dritte Merkmalsstoff auch bei einer Wellenlänge von etwa 800 nm noch keine signifikante Absorption auf, so dass er auch mit handelsüblichen Infrarotdetektoren auf Siliziumbasis nicht nachzuweisen ist. Eine signifikante Absorption weist der dritte Merkmalsstoff bevorzugt erst  
5 im Spektralbereich oberhalb von etwa 1,2 µm, bevorzugt im Spektralbereich zwischen etwa 1,5 µm und etwa 2,2 µm auf. Die Infrarotabsorption des dritten Merkmalsstoffs ist dann nur mit aufwändigen und wenig verbreiteten Detektoren erfassbar, was der gebildeten Codierung eine hohe Fälschungssicherheit verleiht.

10

In bevorzugten Ausgestaltungen der Erfindung wird als Infrarot absorbierender Merkmalsstoff beispielsweise ein auf dotiertem Halbleitermaterial basierender Stoff eingesetzt. Auch Stoffe, die ein Metalloxid enthalten, sind geeignet und zeichnen sich insbesondere durch ihre Alterungsbeständigkeit  
15 aus. Der dritte Merkmalsstoff liegt vorzugsweise in Partikelform mit einer durchschnittlichen Partikelgröße kleiner als 50 nm vor. Dadurch wird sichtbares Licht von den Partikeln nur wenig gestreut, so dass der Merkmalsstoff im Sichtbaren farblos ist oder nur eine schwache Eigenfarbe besitzt.

20 Beispiele für die in der Erfindung als dritter Merkmalsstoff verwendeten Infrarotabsorber, die weder im Sichtbaren noch bei etwa 800 nm eine nennenswerte Absorption aufweisen, stellen etwa 2,5-Cyclo-hexadiene-1,4-diylidene-bis[N,N-bis(4-dibutylaminophenyl) ammonium]bis (hexafluoroantimonate) mit der Summenformel  $C_{62}H_{92}N_6F_{12}Sb_2$ , die Farbstoffe ADS 990  
25 MC mit der Summenformel  $C_{32}H_{30}N_2S_4Ni$ , oder ADS 1120P mit der Summenformel  $C_{52}H_{44}Cl_2O_6$  der Firma Siber Hegner GmbH, Hamburg, dar. Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung ist ein vierter Merkmalsstoff auf das Werdokumentsubstrat aufgebracht, vorzugsweise aufgedruckt. Der vierte Merkmalsstoff kann zusätzlich oder alternativ zu

dem ersten Merkmalsstoff zur Echtheitsprüfung des Wertdokuments herangezogen werden.

5 In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann bei Anwesenheit eines ersten und/oder vierten Merkmalsstoffes auf die Serie bzw. das jeweilig vorliegende Up-Grade z.B. einer Banknotenemission geschlossen werden. So kann z.B. in einer ursprünglich ausgegebenen Währung nur der erste Merkmalsstoff vorliegen und im Up-Grade der Währung der erste und der vierte Merkmalsstoff. Nach einer gewissen Übergangsfrist ist es denkbar, nur  
10 noch den vierten Merkmalsstoff einzusetzen.

Neben dem zweiten Merkmalsstoff können auch der erste Merkmalsstoff und/oder der vierte Merkmalsstoff durch einen Lumineszenzstoff oder eine Mischung aus Lumineszenzstoffen gebildet sein. Für den ersten und/oder  
15 vierten Merkmalsstoff werden dabei vorzugsweise Lumineszenzstoffe oder Mischungen verwendet, die im infraroten Spektralbereich emittieren und die insbesondere eine komplexe, schwer nachstellbare, spektrale Emissionscharakteristik aufweisen. Diese Emissionscharakteristik kann insbesondere dafür verwendet werden, um die Lumineszenzstoffe von ähnlichen Lumineszenzstoffen zu unterscheiden. Sie kann aber auch dafür verwendet werden,  
20 um durch die Form der Emissions- oder/und Anregungsspektren der Lumineszenzstoffe eine Codierung zu erzeugen.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Wertdokuments ist der dritte Merkmalsstoff durch einen Infrarot absorbierenden  
25 Merkmalsstoff und der erste Merkmalsstoff durch einen Lumineszenzstoff gebildet, der im Absorptionsbereich des dritten Merkmalsstoffs emittiert. Dies erlaubt es, die Wechselwirkung der Eigenschaften des ersten und dritten Merkmalsstoffs zum Auslesen der Codierung auszunutzen, wie weiter

unten im Detail beschrieben. Die Anregung des ersten Merkmalsstoffs erfolgt vorteilhaft im infraroten Spektralbereich, bevorzugt im Spektralbereich von etwa 0,8  $\mu\text{m}$  bis etwa 1,0  $\mu\text{m}$ .

- 5 Bevorzugt ist wenigstens einer der lumineszierenden Merkmalsstoffe ein Lumineszenzstoff auf Basis eines mit Seltenerdelementen dotierten Wirtsgitters. Es können auch mehrere oder alle der Lumineszenzstoffe auf Basis eines solchen dotierten Wirtsgitters gebildet sein. Diese Lumineszenzstoffe können z.B. dadurch angeregt werden, dass direkt in die Absorptionsbanden  
10 der Seltenerdionen eingestrahlt wird. In bevorzugten Varianten können auch absorbierende Wirtsgitter oder so genannte „Sensitizer“ eingesetzt werden, die die Anregungsstrahlung absorbieren und auf das Seltenerdion übertragen, das dann mit Lumineszenz emittiert. Es versteht sich, dass die Wirtsgitter und/oder die Dotierstoffe für die unterschiedlichen Merkmalsstoffe  
15 verschieden sein können, um unterschiedliche Anregungs- und/oder Emissionsbereiche zu erhalten.

- In einer bevorzugten Ausgestaltung absorbiert das Wirtsgitter im sichtbaren Spektralbereich und gegebenenfalls, insbesondere im Fall des ersten oder  
20 vierten Merkmalsstoffs, zusätzlich im nahen Infrarotbereich bis zu etwa 1,1  $\mu\text{m}$ . Die Anregung kann dann über Lichtquellen, wie Halogenlampen, LEDs, Laser, Blitzlampen oder Xenonbogenlampen, mit hoher Effektivität erfolgen, so dass nur geringe Stoffmengen des Lumineszenzstoffs erforderlich sind. Dadurch ist zum einen eine Aufbringung des Lumineszenzstoffs  
25 mit üblichen Druckverfahren möglich, zum anderen erschwert die geringe Stoffmenge den Nachweis der eingesetzten Substanz für potentielle Fälscher. Absorbiert das Wirtsgitter auch im nahen Infrarot bis zu etwa 1,1  $\mu\text{m}$ , so können leicht nachweisbare Emissionslinien der Seltenerdionen unterdrückt

werden, so dass nur die aufwändiger zu detektierende Emission bei größeren Wellenlängen verbleibt.

5 In einer alternativen bevorzugten Ausgestaltung werden Lumineszenzstoffe verwendet, die selbst im sichtbaren Spektralbereich, bevorzugt über den größten Teil des sichtbaren Spektralbereichs, besonders bevorzugt bis in den nahen Infrarotbereich hinein absorbieren. Auch dann werden Emissionen in diesen leichter zugänglichen Spektralbereichen unterdrückt.

10 Das Wirtsgitter kann beispielsweise eine Perovskitstruktur oder eine Granatstruktur aufweisen und mit einem im infraroten Spektralbereich emittierenden Seltenerdelement, wie etwa Praseodym, Neodym, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium oder Ytterbium, dotiert sein. Weitere mögliche Ausgestaltung des Wirtsgitters und des Dotierstoffes sind in der  
15 EP-B-0 052 624 oder der EP-B-0 053 124 aufgeführt, deren Offenbarungen insoweit in die vorliegende Anmeldung aufgenommen werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Wertdokuments erstreckt sich die Codierung über einen überwiegenden Teil einer  
20 Oberfläche des Wertdokuments, insbesondere über die im Wesentlichen gesamte Oberfläche des Wertdokuments. Dadurch kann eine weiter erhöhte Fälschungssicherheit des Wertdokuments erzielt werden, da sich Lücken oder eingefügte Teile anderer, auch anderer echter Dokumente, als Störung der Codierung bemerkbar machen.

25

Beispielsweise kann die Codierung oder ein Teil der Codierung bei gleichartigen Dokumenten, wie sie etwa Banknoten derselben Denomination darstellen, von Dokument zu Dokument mit einem gewissen Versatz versehen sein. Werden die Dokumente im Endlosformat hergestellt, kann dies etwa



- durch Verwendung einer Druckwalze erreicht werden, deren Umfang ein nicht ganzzahliges Vielfaches der Dokumentgröße beträgt. Eine Reihe aufeinander folgender Dokumente kann dann eine Codierung gleichen Inhalts oder gleicher Form enthalten, wobei die einzelnen Dokumente aufgrund des unterschiedlichen Versatzes zugleich voneinander unterscheidbar sind. Im Bogendruck lässt sich das gleiche Ergebnis erzielen, wenn entsprechend der gewünschten Wiederholrate mehrere Druckplatten mit zueinander versetzten Codierungen oder Codierungsteilen verwendet werden.
- 10 Die durch den zweiten und dritten Merkmalsstoff gebildete Codierung kann jede Art von Zeichen oder Mustern, wie etwa eine alphanumerische Zeichenfolge, darstellen. Im Rahmen der Erfindung ist allerdings bevorzugt, dass die Codierung einen Barcode darstellt. Als Barcode wird dabei jedes ein- oder zweidimensionale Muster verstanden, das aus Streifen bzw. Flächen mit den
- 15 Merkmalsstoffen („Balken“) und zwischen den Balken liegenden Streifen bzw. Flächen ohne Merkmalsstoffe („Lücken“) besteht. In der Regel repräsentiert die Balken/Lückenabfolge eine binäre Zahlenfolge, die eine beliebige, auch verschlüsselte Information über das Wertdokument darstellt.
- 20 Der Barcode kann insbesondere für das bloße Auge unsichtbar sein und nur nach Bestrahlen mit einer geeigneten Lichtquelle durch seine Emission oder Absorption in einem speziellen Spektralbereich nachweisbar sein. Barcodes eignen sich besonders für ein maschinelles Auslesen und liefern, vor allem in Verbindung mit Prüfziffern, ein fast fehlerfreies Leseergebnis. Als Barcodes
- 25 kommen beispielsweise gängige Formate, wie der Code 2/5, der Code 2/5 Interleaved, der Code 128 oder der Code 39, aber auch spezielle, nur für die erfindungsgemäßen Wertdokumente eingesetzte Formate infrage. Auch zweidimensionale Barcodes, die eine besonders stark kondensierte Auf-

zeichnung und eine erhöhte Redundanz, was diese unempfindlich gegen Produktionstoleranzen macht, bieten, können verwendet werden.

Das Werdokumentsubstrat ist vorzugsweise ein bedrucktes oder unbedrucktes Baumwollfaserpapier, Baumwoll-/Synthesefaserpapier, ein cellulosehaltiges Papier oder eine beschichtete, bedruckte oder unbedruckte Kunststoffolie. Auch ein laminiertes mehrschichtiges Substrat kommt in Betracht. Das Material des Substrats ist dabei für die Erfindung nicht wesentlich, sofern es nur das Einbringen oder Aufbringen der jeweils geforderten Merkmalsstoffe gestattet. Es versteht sich, dass das Werdokument neben den angesprochenen Stoffen mit weiteren Merkmalsstoffen oder weiteren Druckschichten versehen sein kann.

Bei den erfindungsgemäßen Werdokumenten handelt es sich vorzugsweise um Banknoten, Aktien, Kreditkarten, Ausweis- oder Identitätskarten, Pässe beliebiger Art, Visa, Wertgutscheine etc.

Die Aufbringung des zweiten und dritten Merkmalsstoffs auf das Werdokumentsubstrat erfolgt erfindungsgemäß mit einem Druckverfahren. Dabei kann beispielsweise ein Tiefdruck-, Siebdruck, Hochdruck-, Flexodruck-, Tintenstrahl-, Digital-, Transfer- oder Offsetdruckverfahren zum Einsatz kommen. Die hierfür verwendeten Druckfarben können transparent sein oder zusätzliche Farbpigmente enthalten, die den Nachweis der Merkmalsstoffe nicht beeinträchtigen dürfen. Im Falle der Lumineszenzstoffe weisen sie vorzugsweise im Anregungs- und im betrachteten Emissionsbereich der Lumineszenzstoffe transparente Bereiche auf.

Ist ein vierter Merkmalsstoff vorgesehen, so kann dieser grundsätzlich in beliebiger Form und Verteilung auf das Werdokument aufgebracht sein.

- Bevorzugt ist allerdings, den vierten Merkmalsstoff ebenfalls in Form einer Codierung auf das Werdokumentsubstrat aufzudrucken. Dabei kann der vierte Merkmalsstoff nach einer vorteilhaften Ausgestaltung einer Druckfarbe, insbesondere einer sichtbaren Druckfarbe, beigemischt sein und zusammen mit dieser Druckfarbe auf das Werdokumentsubstrat aufgedruckt werden. Der vierte Merkmalsstoff wird in der Regel getrennt von dem zweiten und dritten Merkmalsstoff aufgebracht, kann jedoch auch zusammen mit diesen in einer gemeinsamen Druckfarbe aufgedruckt werden.
- 10 Die durch den zweiten und dritten bzw. den vierten Merkmalsstoff gebildeten Codierungen können von derselben oder von unterschiedlicher Art sein. Beispielsweise kann der zweite und dritte Merkmalsstoff in Form eines Barcodes und der vierte Merkmalsstoff in Form einer alphanumerischen Zeichenfolge aufgebracht sein.
- 15 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist das Werdokument eine weitere Druckschicht auf, die die mit dem zweiten und dritten Merkmalsstoff versehenen Bereiche des Werdokuments teilweise oder vollständig überdeckt. Insbesondere kann die Druckschicht im sichtbaren Spektralbereich opak und im Emissionsbereich des zweiten Merkmalsstoffs und/oder im Absorptionsbereich des dritten Merkmalsstoffs transparent oder transluzent sein. Die Druckschicht verbirgt dann das Vorhandensein des zweiten und dritten Merkmalsstoffs im sichtbaren Spektralbereich, erlaubt jedoch den Nachweis der Lumineszenz des zweiten Merkmalsstoffs oder der Absorption des dritten Merkmalsstoffs bei den entsprechenden Wellenlängen.
- 20 25 Bedeckt die Druckschicht die mit dem zweiten und dritten Merkmalsstoff versehenen Bereiche des Werdokuments vollständig, so muss sie sowohl im Emissionsbereich des zweiten Merkmalsstoffs als auch im Absorptionsbe-

reich des dritten Merkmalsstoffs transparent oder transluzent sein, um eine Erfassung der jeweiligen Merkmalseigenschaften zu erlauben.

Es versteht sich, dass weitere Merkmalsstoffe, etwa zur weiteren Erhöhung  
5 der Fälschungssicherheit oder zur Einbindung weiterer Nutzergruppen, aufgebracht oder in das Substrat eingebracht werden können.

Bei einem Verfahren zur Prüfung oder Bearbeitung eines oben beschriebenen  
Wertdokuments wird die Echtheit des Wertdokuments geprüft und eine  
10 Werterkennung des Dokuments durchgeführt, indem mindestens eine charakteristische Eigenschaft des ersten und/oder zweiten Merkmalsstoffs zur Prüfung der Echtheit des Wertdokuments und die durch den zweiten und/oder dritten Merkmalsstoff gebildete Codierung zur Werterkennung des Wertdokuments verwendet wird. Vorzugsweise wird die Echtheit und  
15 die Werterkennung des Wertdokuments von unterschiedlichen Nutzergruppen anhand unterschiedlicher Merkmalsstoffe ermittelt. Das heißt, falls der Nutzer einer ersten Nutzergruppe angehört, wird die Echtheit des Wertdokuments anhand mindestens einer charakteristischen Eigenschaft des ersten Merkmalsstoffs ermittelt und die Werterkennung mittels der durch den  
20 dritten Merkmalsstoff dargestellten Codierung durchgeführt. Falls der Nutzer einer zweiten Nutzergruppe angehört, steht diesem für die Echtheitserkennung mindestens eine charakteristische Eigenschaft des zweiten Merkmalsstoffs und für die Werterkennung die durch den zweiten Merkmalsstoff gebildete Codierung zur Verfügung. Die Prüfsysteme der unterschiedlichen  
25 Nutzerkreise sind somit völlig entkoppelt, da unterschiedliche Merkmalsstoffe ausgewertet werden. Das heißt, falls Fälschungen in einem Nutzerkreis auftreten, betrifft diese Sicherheitslücke keine weiteren Nutzerkreise.

Ist das Werdokument mit einem vierten Merkmalsstoff versehen, so kann die Prüfung oder Bearbeitung durch einen Nutzer der ersten Nutzergruppe dadurch erfolgen, dass zur Prüfung der Echtheit des Werdokuments mindestens eine charakteristische Eigenschaft des ersten und/oder vierten Merkmalsstoffs verwendet wird. Die durch den dritten Merkmalsstoff gebildete Codierung wird auch hier zur Werterkennung des Werdokuments verwendet. Beispielsweise kann ein Teil der Nutzer aus der ersten Nutzergruppe den ersten Merkmalsstoff zur Echtheitsprüfung verwenden, ein anderer Teil den vierten Merkmalsstoff. Die Prüfung oder Bearbeitung durch Nutzer der zweiten Nutzergruppe bleibt unverändert.

In beiden Verfahrensvarianten erfolgt die Werterkennung durch einen Nutzer der ersten Nutzergruppe vorzugsweise dadurch, dass die Codierung mit Strahlung aus dem Absorptionsbereich des dritten Merkmalsstoffs bestrahlt wird, die Absorption der Codierung bei einer Wellenlänge aus dem Bestrahlungsbereich bestimmt wird und die Werterkennung auf Grundlage der gemessenen Absorption durchgeführt wird.

Die Bestrahlung der Codierung erfolgt dabei vorteilhaft im infraroten Spektralbereich und die Absorption wird zweckmäßig durch eine orts aufgelöste Messung der transmittierten und/oder remittierten infraroten Strahlung bestimmt.

Alternativ kann die Werterkennung durch einen Nutzer der ersten Nutzergruppe dadurch erfolgen, dass zumindest ein Teilbereich des Werdokuments mit Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden ersten Merkmalsstoffs bestrahlt wird, die Emission des ersten Merkmalsstoffs bei einer Wellenlänge aus dem Absorptionsbereich des dritten Merkmals-

stoffs bestimmt wird und die Werterkennung auf Grundlage der gemessenen Emission durchgeführt wird.

Diese alternative Variante beruht auf einer Wechselwirkung zwischen den  
5 Eigenschaften des ersten und dritten Merkmalsstoffs. Sie setzt voraus, dass  
der erste Merkmalsstoff ein Lumineszenzstoff ist, der im Absorptionsbereich  
des dritten Merkmalsstoffs emittiert. Die Absorption des dritten Merkmals-  
stoffs wird dabei nicht wie bei dem zuvor beschriebenen Verfahren über eine  
Remissions- oder Transmissionsmessung bestimmt, sondern über die im Be-  
10 reich der Codierung lokal unterdrückte Lumineszenzemission des ersten  
Merkmalsstoffs. In einer bevorzugten Ausführungsform absorbiert der dritte  
Merkmalsstoff bei einer bestimmten Emissionswellenlänge des ersten  
Merkmalsstoffes nicht, während er bei einer bestimmten Emissionswellen-  
länge des vierten Merkmalsstoffes zumindest einen Teil der Emissionsstrah-  
15 lung absorbiert. Die Emission des ersten Merkmalsstoffes bei einer be-  
stimmten Wellenlänge beträgt somit die erwarteten 100 %, während die  
Emission des vierten Merkmalsstoffes bei einer anderen bestimmten Wel-  
lenlänge z.B. 50 %, bezogen auf die erwarteten 100 %, beträgt. Mithilfe dieser  
speziellen Emissions- und Absorptionscharakteristika im Gesamtspektrum  
20 kann so leicht ein bestimmter Absorber nachgewiesen werden. Es reicht in  
der Fälschung also nicht, irgendeinen absorbierenden Stoff einzusetzen,  
sondern auch der Absorber muss ein ganz bestimmtes Spektrum aufweisen,  
das mit dem Spektrum des ersten und/oder vierten Merkmalsstoffs zusam-  
menwirkt.

25

Auch bei dieser Variante erfolgt die Bestrahlung bevorzugt im infraroten  
Spektralbereich, beispielsweise bei 0,8  $\mu\text{m}$  bis 1,0  $\mu\text{m}$ , und die Emission wird  
zum Nachweis der lokalen Absorption orts aufgelöst gemessen.

Das geschilderte Verfahren gestattet zusätzlich eine Normierung des gemessenen Emissionsverlaufs. Befindet sich der absorbierende Codierungsaufdruck auf der Vorderseite des Wertasuments, wird dazu neben der durch Absorption modulierten Vorderseiten-Lumineszenzemission auch die Rückseiten-Lumineszenzemission gemessen. Dabei wird das Wertasument von der Rückseite her mit Anregungslicht bestrahlt und die im Wesentlichen konstante Rückseitenemission des ersten Markierungsstoffs als Referenzwert aufgenommen. Die Vorderseitenemission kann dann auf diesen Referenzwert bezogen und dadurch normiert werden. Alternativ ist es auch möglich, die modulierte Vorderseiten-Lumineszenzemission auf die Emission der unbedruckten Bereiche zu normieren.

Nutzer der zweiten Nutzergruppe bestrahlen zur Echtheitsprüfung und Werterkennung die Codierung mit Vorteil mit Strahlung aus dem Anregungsbereich des zweiten Merkmalsstoffs. Die Emission der Codierung wird bei zumindest einer Wellenlänge aus dem Emissionsbereich des zweiten Merkmalsstoffs bestimmt und die Prüfung der Echtheit und/oder die Wertbestimmung wird auf Grundlage der bestimmten Emission durchgeführt. Der zweite Merkmalsstoff wird dabei vorzugsweise mit sichtbarer und/oder infraroter Strahlung bestrahlt und die Emission des zweiten Merkmalsstoffs wird im infraroten Spektralbereich bestimmt.

In allen geschilderten Verfahrensvarianten wird die Bestrahlung vorteilhaft mit einer Leuchtdiode oder Laserdiode durchgeführt.

Der Einsatz des Infrarot absorbierenden dritten Merkmalsstoffs für die erste Nutzergruppe weist gegenüber der durch den zweiten Merkmalsstoff gebildeten Lumineszenz-Codierung eine erhöhte Sicherheit auf. Neben den bereits genannten Vorzügen wird die automatische Lesbarkeit der IR-

Codierung durch einen darunter liegenden Untergrunddruck nur wenig gestört. Zum anderen sind Verschmutzungen im infraroten Spektralbereich wesentlich weniger störend als im sichtbaren und im ultravioletten Spektralbereich. Auch das Signal/Rausch-Verhältnis eines Messkopfes ist bei Remissionsmessungen deutlich besser als bei Lumineszenzmessungen, so dass ein  
5 höheres Auflösungsvermögen erreicht werden kann.

Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Fig. erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in den  
10 Fig. auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung verzichtet.

Es zeigen:

- 15 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 2 einen Schnitt durch die Banknote von Fig. 1 entlang der Linie II-II,
- 20 Fig. 3 den Verlauf der Infrarotabsorption der Banknoten von Fig. 1 und Fig. 5, jeweils entlang der Linie III-III,
- Fig. 4 in (a) den Verlauf der auf der Rückseite der Banknoten entlang der Linie III-III gemessenen Lumineszenzemission,  
25 in (b) den Verlauf der auf der Vorderseite der Banknoten entlang der Linie III-III gemessenen Lumineszenzemission, und
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Banknote nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung.



Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Banknote erläutert. Fig. 1 und 2 zeigen eine schematische Darstellung einer Banknote 10, die mit verschiedenen Merkmalsstoffen für eine Prüfung durch unterschiedliche Nutzergruppen ausgestattet ist. Dabei zeigt Fig. 1 die Banknote 10 in Aufsicht und Fig. 2 einen Querschnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1.

Wie am besten in Fig. 2 zu erkennen, ist ein erster Merkmalsstoff 14 in Form von Partikeln gleichmäßig im Volumen des Papiersubstrats 12 der Banknote 10 verteilt. Die Partikel des ersten Merkmalsstoffs 14 können der Papier- oder Fasermasse vor der Blattbildung zugegeben werden oder erst nach der Schichtbildung in die Fasermatrix eingebracht werden.

Im Ausführungsbeispiel ist der erste Merkmalsstoff 14 eine Mischung aus verschiedenen Lumineszenzstoffen, die nach Anregung Strahlung mit einer komplexen und schwer nachzustellenden spektralen Verteilung im infraroten Spektralbereich emittiert.

Ein zweiter Merkmalsstoff 16 und ein dritter Merkmalsstoff 18 sind in einer Druckfarbe 20 gemeinsam und in Streifenform auf die Vorderseite der Banknote 10 aufgedruckt. Die Breite der einzelnen Streifen 22 und die Breite der jeweiligen Zwischenräume 24 stellen dabei einen Strichcode dar, in dem die Denomination und die Währung der Banknote 10 verschlüsselt abgelegt ist. Der Strichcode 22, 24 erstreckt sich dabei im Wesentlichen über die gesamte Fläche der Banknote 10.

Der zweite Merkmalsstoff 16 ist im Ausführungsbeispiel durch einen Lumineszenzstoff und der dritte Merkmalsstoff 18 durch ein Infrarot absorbierendes Material gebildet. Im Gegensatz zu dem ersten Merkmalsstoff 14 ist der

zweite Merkmalsstoff 16 gezielt so gewählt, dass seine Lumineszenz leicht angeregt und mit handelsüblichen Detektoren nachgewiesen werden kann.

Der Infrarot absorbierende dritte Merkmalsstoff 18 ist im sichtbaren Spektralbereich bis hin zu Wellenlängen von etwa 0,8 µm transparent, so dass  
5 sein Vorhandensein in dem Strichcode 22, 24 weder mit bloßem Auge erkennbar ist, noch mit handelsüblichen Infrarotdetektoren nachgewiesen werden kann.

10 Die Echtheitsprüfung und die Werterkennung kann nun von zwei unterschiedlichen Benutzergruppen anhand unterschiedlicher Kombinationen der Merkmalsstoffe 14, 16 und 18, bzw. deren Anordnung vorgenommen werden. Die Banknote 10 des Ausführungsbeispiels ist für eine erste Nutzergruppe mit hohen Sicherheitsanforderungen und eine zweite Nutzergruppe  
15 mit vergleichsweise niedrigen Sicherheitsanforderungen ausgelegt.

Bei der zweiten Nutzergruppe kann es sich beispielsweise um einfache, Geldscheine annehmende Automaten auf Parkplätzen oder Verkaufsautomaten handeln. Für diesen Einsatz sind preiswerte Nachweisvorrichtungen  
20 zur Echtheitsprüfung und Werterkennung besonders sinnvoll.

Ein Nutzer der zweiten Nutzergruppe prüft die Echtheit einer Banknote 10 durch Bestrahlen der Banknote mit Licht aus dem Anregungsbereich des zweiten Merkmalsstoffs 16 und dem Nachweis des entsprechenden Lumineszenzsignals. Wird ein korrektes Lumineszenzsignal empfangen, so wird  
25 die Banknote von dem Nutzer als echt bewertet. Aufgrund der Wahl des Lumineszenzstoffes 16 kann dieser Nachweis mit handelsüblichen, preiswerten Detektoren erfolgen. Ist die Banknote als echt erkannt, kann ihr Wert bei Bedarf der ebenfalls durch den Lumineszenzstoff 16 gebildeten Codie-

rung 22, 24 entnommen werden. Die Echtheitsprüfung und die Werterkennung kann dabei selbstverständlich auch in einem Schritt durchgeführt werden.

- 5 Der ersten Nutzergruppe mit ihren höheren Sicherheitsanforderungen dient der erste Merkmalsstoff 14 mit seiner komplexen spektralen Emission als Echtheitskennzeichen. Die erste Nutzergruppe kann beispielsweise Banken umfassen, in denen die Echtheit der Banknoten mit hochwertigen und aufwändigen Detektoren geprüft wird. Hier wird eine Banknote zur Prüfung  
10 mit Licht aus dem Anregungsbereich des ersten Merkmalsstoffs 14 bestrahlt und die korrekte spektrale Antwort des Merkmalsstoffs ausgewertet. Die Echtheitsprüfung stützt sich dabei vorzugsweise nicht nur auf die Feststellung der korrekten Lumineszenzemission, sondern auch auf eine tiefer gehende Analyse des Emissionsspektrums, wobei Halbwertsbreiten und/oder  
15 Lumineszenzpeakabstände und/oder Abklingzeiten etc. bewertet werden.

Die Werterkennung der Banknote wird von einem Nutzer der ersten Nutzergruppe mithilfe des Infrarot absorbierenden dritten Merkmalsstoffs 18 ausgeführt. Wie bereits erwähnt, ist der Merkmalsstoff 18 im nahen Infrarot  
20 transparent, absorbiert jedoch bei größeren Wellenlängen, im Ausführungsbeispiel im Bereich um 1,5  $\mu\text{m}$ . Der Informationsgehalt des Strichcodes 22, 24 kann somit mit einem aufwändigen Infrarotdetektor bei einer Wellenlänge von 1,55  $\mu\text{m}$  durch eine Remissionsmessung ausgelesen werden. Fig. 3 zeigt dazu schematisch den Verlauf der bei 1,55  $\mu\text{m}$  gemessenen Infrarotabsorption  
25 on 26 entlang der Linie III-III der Fig. 1. Aus der Abfolge der Absorptionsmaxima 28 und Absorptionsminima 30 kann bei bekanntem Schema die im Strichmuster 22, 24 codierte Information gelesen werden.

Die aufwändige Auswertung der Codierung 22, 24 mithilfe des Infrarot absorbierenden dritten Merkmalsstoffs führt gleichzeitig eine zusätzliche Echtheitsprüfung der Banknote 10 für die erste Nutzergruppe durch. Wird nämlich bei der Werterkennung in der Infrarotabsorption 26 keine oder eine ungültige Codierung erkannt, so kann die Banknote als nicht authentisch eingestuft werden, selbst wenn die Prüfung des ersten Merkmalsstoffs keine Auffälligkeiten erbrachte. Auch eine Nachbildung der Codierung mit dem lumineszierenden zweiten Merkmalsstoff, etwa aufgrund einer Analyse einer Nachweisvorrichtung der zweiten Nutzergruppe, genügt nicht, um die Werterkennung der ersten Nutzergruppe zu täuschen.

Die beiden Benutzergruppen verwenden nicht überlappende Merkmalsstoffsysteme zur Echtheitsprüfung und Werterkennung. Daraus ergibt sich als ein wesentlicher Vorteil, dass eine Analyse einer vergleichsweise leicht zugänglichen Vorrichtung zum Echtheitsnachweis der zweiten Nutzergruppe keinen Hinweis auf die Vorgehensweise und die Grundlagen der Echtheitsprüfung oder der Werterkennung der ersten Nutzergruppe gibt. Das System hat den Vorteil, dass beide Nutzerkreise die identischen Informationen prüfen, da die beiden Werterkennungsstoffe in einem gemeinsamen Gemisch in codierter Form verdruckt werden, und dennoch die Werterkennung durch die Prüfung unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften völlig entkoppelt ist.

Zusätzlich zu den genannten Merkmalsstoffen kann ein vierter Merkmalsstoff 32 in Form einer weiteren Codierung 34 auf die Banknote 10 aufgedruckt sein. Die weitere Codierung kann ebenfalls als Barcode oder auch als alphanumerische Zeichenfolge ausgebildet sein, wie in der Fig. 1 angedeutet. Der vierte Merkmalsstoff ist im Ausführungsbeispiel ein weiterer Lumineszenzstoff 32, der einer sichtbaren Druckfarbe 36 beigemischt ist. Mit der

Druckfarbe 36 und dem Lumineszenzstoff 32 ist ein Druckbild, beispielsweise die Denomination und die Währung der Note, oder ein graphisches Motiv auf das Banknotensubstrat 12 aufgedruckt.

5 Der vierte Merkmalsstoff 32 ist im Ausführungsbeispiel ein Lumineszenzstoff auf Basis eines mit einem Seltenerdelement dotierten Wirtskristalls, der auf Anregung im sichtbaren Spektralbereich hin eine Lumineszenz im infraroten Spektralbereich bei etwa  $2,0\text{ }\mu\text{m}$  zeigt und im Sichtbaren und im nahen Infrarot nicht emittiert. Die Lumineszenz des vierten Merkmalsstoffs 32 kann  
10 mit verbreiteten Detektoren, die bis maximal  $1,1\text{ }\mu\text{m}$  empfindlich sind, nicht nachgewiesen werden. Der vierte Merkmalsstoff 32 kann daher von den Nutzern der ersten Nutzergruppe alternativ oder zusätzlich zu dem ersten Merkmalsstoff 14 für eine hochwertige Echtheitsprüfung herangezogen werden.

15 Eine weitere Variante der Werterkennung der Banknote durch einen Nutzer der ersten Nutzergruppe wird nun in Zusammenhang mit der Fig. 4 erläutert. Für diese Variante ist als erster Merkmalsstoff 14 ein Lumineszenzstoff gewählt, der oberhalb von  $1,2\text{ }\mu\text{m}$ , insbesondere bei der nachfolgend ver-  
20 wendeten Prüfwellenlänge von  $1,55\text{ }\mu\text{m}$  emittiert. Wie erwähnt, weisen Lumineszenzstoffe auf Basis von Seltenerdmetall-dotierten Wirtsgittern eine derartige IR-Emission auf.

Fig. 4(a) zeigt den Verlauf 40 der auf der Rückseite der Banknote gemessenen  
25 Lumineszenzemission entlang der Linie III-III bei der Prüfwellenlänge von  $1,55\text{ }\mu\text{m}$  nach Anregung des ersten Merkmalsstoffs 14. Da der erste Merkmalsstoff 14 gleichmäßig im Substrat 12 verteilt ist und die Banknotenrückseite keine absorbierenden Strukturen enthält, ergibt sich ein konstantes

Emissionssignal 40, dessen Größe als Referenzwert für die nachfolgende Vorderseitenmessung dienen kann.

Wird die Lumineszenzemission entlang der Linie III-III auf der Vorderseite  
5 der Banknote 10 gemessen, so ergibt sich der in Fig. 4(b) gezeigte Verlauf 42.  
An den Stellen, an denen die Linie III-III die Streifen 22 der Codierung  
kreuzt, wird die Lumineszenzemission des ersten Merkmalsstoffs 14 von  
dem dritten Merkmalsstoff 18 absorbiert, so dass ein Minimum 44 im Lumi-  
neszenzverlauf 42 entsteht. Dagegen tritt die emittierte Strahlung durch die  
10 Lücken 24 der Codierung, eventuell mit einer gewissen Schwächung durch  
weitere Druckschichten der Banknote, hindurch, und führt in der Lumines-  
zenzmessung zu Bereichen 46 mit großem Lumineszenzsignal. Über die  
Breite der Lumineszenzmaxima und -minima kann wieder die codierte In-  
formation ausgelesen werden.

15 Das zuletzt geschilderte Ausleseverfahren für die Codierung 22, 24 beruht  
auf einer Wechselwirkung der Stoffeigenschaften des Lumineszenzstoffs 14  
und des Infrarot absorbierenden Merkmalsstoffs 18, die für einen Fälscher  
außerordentlich schwer nachzustellen ist und daher einen sehr hohen Fäl-  
20 schungsschutz bietet.

Nochmals mit Bezug auf Fig. 1 ist der erste Streifen 22 der Codierung mit  
einem gewissen Abstand 48 vom linken Rand der Banknote 10 angeordnet.  
Wird dieser Abstand 48 für unterschiedliche Banknoten derselben Serie va-  
25 riiert, indem beispielsweise unterschiedliche Druckplatten mit unterschiedli-  
chem Abstand 48 verwendet werden, so ergibt sich ein zusätzlicher Fäl-  
schungsschutz, da sich Lücken oder eingefügte Teile anderer Banknoten für  
beide Nutzergruppen als Störung in der Codierung 22, 24 bemerkbar ma-  
chen.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass nur bestimmte Kombinationen von Streifenbreiten 22 und Lückenbreiten 24 zulässige Codierungen bilden. Zu breite oder zu schmale Streifen, wie sie bei Manipulationsversuchen an der Banknote leicht auftreten können, werden bei der Prüfung der Banknote  
5    ten als unzulässig erkannt und die Banknote als manipuliert zurückgewiesen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Banknote 50 ist in Fig. 5 dargestellt. Im Unterschied zur Banknote der Fig. 1 ist bei der Banknote 50 die Streifencodierung 52, 54 um einen gewissen Winkel  $\alpha$  gegen die Senkrechte gekippt. Der erste Streifen 52 hat an der Unterkante der Banknote 50 einen gewissen Abstand 56 vom linken Rand der Note, welcher innerhalb der Banknoten einer Serie variiert wird. Manipulationsversuche an der Banknote 50 werden dadurch für beide Nutzergruppen leicht erkennbar, da  
10    Lücken oder eingefügte Teile anderer Noten sofort zu einer empfindlichen Störung des gekippten Streifenmusters führen.

Wird die Absorption oder Emission nur entlang der Linie III-III gemessen, so ergeben sich dieselben Ergebnisse, wie oben in Zusammenhang mit der  
20    Banknote 10 der Fig. 1 beschrieben.

Patentansprüche

1. Werdokument, insbesondere Banknote, mit einem Werdokumentsubstrat und unterschiedlichen Merkmalsstoffen zur Prüfung des Werdokuments, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Merkmalsstoff in das Volumen des Substrats des Werdokuments eingebracht ist und dass ein zweiter und dritter Merkmalsstoff in einer Druckfarbe gemeinsam und in Form einer Codierung auf das Werdokumentsubstrat aufgebracht sind, wobei der zweite Merkmalsstoff durch einen Lumineszenzstoff und der dritte Merkmalsstoff durch ein in einem speziellen Spektralbereich absorbierendes Material gebildet ist.
2. Werdokument nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Merkmalsstoff im Volumen des Werdokumentsubstrats im Wesentlichen gleichmäßig verteilt ist.
3. Werdokument nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Merkmalsstoff im infraroten Spektralbereich absorbiert.
4. Werdokument nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Merkmalsstoff im sichtbaren Spektralbereich im Wesentlichen farblos ist oder nur eine schwache Eigenfarbe besitzt.
5. Werdokument nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Merkmalsstoff im Spektralbereich oberhalb von etwa 1,2  $\mu\text{m}$ , bevorzugt im Spektralbereich von etwa 1,5  $\mu\text{m}$  bis 2,2  $\mu\text{m}$  signifikant absorbiert.



6. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Merkmalsstoff bei einer Wellenlänge von etwa 0,8  $\mu\text{m}$  keine signifikante Absorption aufweist.
- 5 7. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Merkmalsstoff ein dotiertes Halbleitermaterial oder ein Metalloxid umfasst.
- 10 8. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Merkmalsstoff in Partikelform mit einer durchschnittlichen Partikelgröße kleiner als 50 nm in der Druckfarbe vorliegt.
- 15 9. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Merkmalsstoff durch einen Lumineszenzstoff gebildet ist, der im Absorptionsbereich des dritten Merkmalsstoffs emittiert.
- 20 10. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein vierter Merkmalsstoff auf das Wertdokumentsubstrat aufgebracht, bevorzugt aufgedruckt ist, welcher vorzugsweise von dem ersten bis dritten Merkmalsstoff verschieden ist.
- 25 11. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und/oder vierte Merkmalsstoff durch einen Lumineszenzstoff oder eine Mischung aus Lumineszenzstoffen gebildet ist.
12. Wertdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Merkmalsstoffe auf Basis eines mit Seltenerdelementen dotierten Wirtsgitters gebildet ist.

13. Wertasdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Codierung über einen überwiegenden Teil einer Oberfläche des Wertasdokuments, insbesondere über die im Wesentlichen gesamte Oberfläche des Wertasdokuments erstreckt.

5

14. Wertasdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Codierung einen Barcode darstellt.

15. Wertasdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Codierung eine Information über das Wertasdokument darstellt, wobei die Information bevorzugt verschlüsselt vorliegt.

10

16. Wertasdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wertasdokumentsubstrat ein bedrucktes oder unbedrucktes Baumwollpapier umfasst.

15

17. Wertasdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wertasdokumentsubstrat eine bedruckte oder unbedruckte Kunststoffolie umfasst.

20

18. Wertasdokument nach Anspruch 10 und wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vierte Merkmalsstoff zusammen mit einer Druckfarbe, insbesondere einer sichtbaren Druckfarbe, in Form eines Druckbildes auf das Wertasdokumentsubstrat aufgedruckt ist.

25

19. Wertasdokument nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Druckbild eine Codierung, insbesondere einen Barcode oder eine alphanumerische Zeichenfolge darstellt.

20. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werdokument eine weitere Druckschicht aufweist, die die mit dem zweiten und dritten Merkmalsstoff versehenen Bereiche des Werdokuments teilweise oder vollständig überdeckt.

5

21. Werdokument nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weitere Druckschicht im sichtbaren Spektralbereich opak ist und im Emissionsbereich des zweiten Merkmalsstoffs und/oder im Absorptionsbereich des dritten Merkmalsstoffs transparent oder transluzent ist.

10

22. Werdokument nach Anspruch 18 oder 19 und nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die weitere Druckschicht durch die den vierten Merkmalsstoff enthaltende Druckfarbe gebildet ist.

15 23. Verfahren zur Herstellung eines Werdokument nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Merkmalsstoff in das Volumen des Werdokumentsubstrats eingebracht wird und dass der zweite und dritte Merkmalsstoff in einer Druckfarbe gemeinsam und in Form einer Codierung auf das Werdokumentsubstrat aufgebracht werden.

20

24. Herstellungsverfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein vierter Merkmalsstoff auf das Werdokumentsubstrat aufgebracht, insbesondere aufgedruckt wird.

25 25. Herstellungsverfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den zweiten und dritten Merkmalsstoff enthaltende Druckfarbe und der vierte Merkmalsstoff als Mischung oder als getrennte Stoffe auf das Werdokumentsubstrat aufgebracht werden.

26. Herstellungsverfahren nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vierte Merkmalsstoff zusammen mit einer Druckfarbe, insbesondere einer sichtbaren Druckfarbe in Form eines Druckbilds, auf das Werdokumentsubstrat aufgedruckt wird.

5

27. Verfahren zur Prüfung oder Bearbeitung eines Werdokuments nach einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem die Echtheit des Werdokuments geprüft und eine Werterkennung des Dokuments durchgeführt wird, indem mindestens eine charakteristische Eigenschaft des ersten und/oder zweiten Merkmalsstoffs zur Prüfung der Echtheit des Werdokument und die durch  
10 den zweiten und/oder dritten Merkmalsstoff gebildete Codierung zur Werterkennung des Werdokuments verwendet wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einem Nutzer einer ersten Nutzergruppe mindestens eine charakteristische Eigenschaft des ersten Merkmalsstoffs zur Prüfung der Echtheit des Werdokuments und die durch den dritten Merkmalsstoff gebildete Codierung für die  
15 Werterkennung des Werdokuments verwendet wird.

29. Verfahren nach Anspruch 27 oder 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** von einem Nutzer einer zweiten Nutzergruppe mindestens eine charakteristische Eigenschaft des zweiten Merkmalsstoffs zur Prüfung der Echtheit des Werdokuments und die durch den zweiten Merkmalsstoff gebildete Codierung zur Werterkennung des Werdokuments verwendet wird.

25

30. Verfahren nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine charakteristische Eigenschaft des ersten und/oder vierten Merkmalsstoffs zur Prüfung der Echtheit des Werdokuments verwendet wird und die durch den dritten Merkmalsstoff gebildete Codierung zur Werterkennung

des Werdokuments verwendet wird, falls der Nutzer der ersten Nutzergruppe angehört, und mindestens eine charakteristische Eigenschaft des zweiten Merkmalsstoffs zur Prüfung der Echtheit des Werdokuments verwendet wird und die durch den zweiten Merkmalsstoff gebildete Codierung zur Werterkennung des Werdokuments verwendet wird, falls der Nutzer  
5 der zweiten Nutzergruppe angehört.

31. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 27 bis 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Werterkennung durch einen Nutzer der ersten Nutzergruppe die Codierung mit Strahlung aus dem Absorptionsbereich des  
10 dritten Merkmalsstoffs bestrahlt wird, die Absorption der Codierung bei einer Wellenlänge aus dem Bestrahlungsbereich bestimmt wird und die Werterkennung auf Grundlage der bestimmten Absorption durchgeführt wird.

15 32. Verfahren nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestrahlung der Codierung im infraroten Spektralbereich erfolgt.

33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bestimmung der Absorption orts aufgelöst durchgeführt wird.

20

34. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 27 bis 33 **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Werterkennung durch einen Nutzer der ersten Nutzergruppe zumindest ein Teilbereich des Werdokuments mit Strahlung aus dem Anregungsbereich des lumineszierenden ersten Merkmalsstoffs be-  
25 strahlt wird, die Emission des ersten Merkmalsstoffs bei einer Wellenlänge aus dem Absorptionsbereich des dritten Merkmalsstoffs bestimmt wird und die Werterkennung auf Grundlage der bestimmten Emission durchgeführt wird.

35. Verfahren nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestrahlung der Codierung im infraroten Spektralbereich erfolgt.

36. Verfahren nach Anspruch 34 oder 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestimmung der Emission orts aufgelöst durchgeführt wird.

5

37. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 34 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emission des ersten Merkmalsstoffs auf gegenüberliegenden Seiten des Werdokuments bestimmt wird, wobei die Werterkennung bevorzugt auf Grundlage eines Vergleichs der auf gegenüberliegenden

10 Seiten bestimmten Emission durchgeführt wird.

38. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 27 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Echtheitsprüfung und Werterkennung durch einen Nutzer der zweiten Nutzergruppe die Codierung mit Strahlung aus dem Anregungsbereich des zweiten Merkmalsstoffs bestrahlt wird, die Emission der Codierung bei zumindest einer Wellenlänge aus dem Emissionsbereich des zweiten Merkmalsstoffs bestimmt wird und die Prüfung der Echtheit und/oder die Wertbestimmung auf Grundlage der bestimmten Emission durchgeführt wird.

15

39. Verfahren nach Anspruch 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Merkmalsstoff mit sichtbarer und/oder infraroter Strahlung bestrahlt wird und die Emission des zweiten Merkmalsstoffs im infraroten Spektralbereich bestimmt wird.

20

40. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 27 bis 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bestrahlung mit einer Leuchtdiode oder Laserdiode durchgeführt wird.

25

1/2

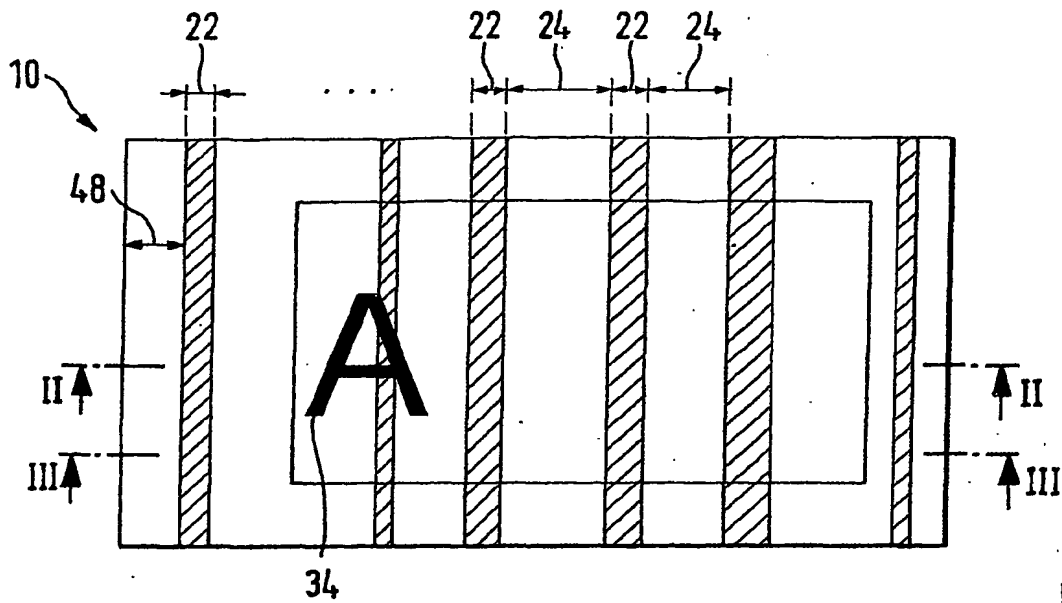


FIG.1

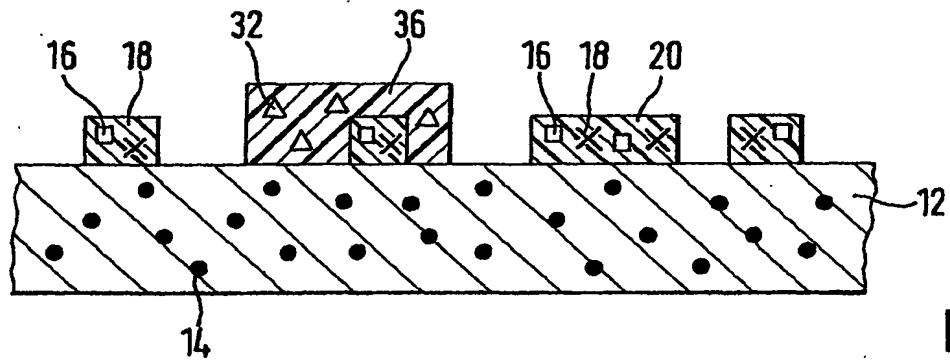


FIG.2

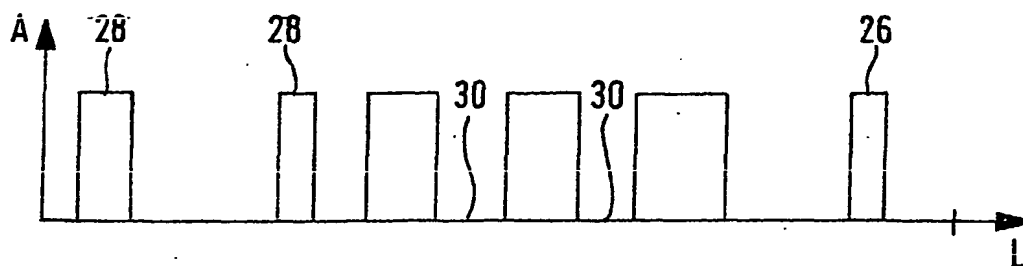


FIG.3

2/2

